

# НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ОКИСЛЕНИЕ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА НА КАТАЛИЗАТОРЕ AU/МЕОХ И AU/CUO/МЕОХ, ГДЕ МЕ – AL, SN

О.С. Рябова, А.Ф. Семенов

Научный руководитель – к.х.н., доцент, Е.Ю. Либерман

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева  
125047, Россия, г. Москва, пл. Мусская 9, olga.ryabova17@gmail.com

Нанесенные золотые катализаторы являются весьма активными в реакциях низкотемпературного окисления. Главными критериями, определяющими эффективность каталитической системы в реакции конверсии CO, являются размер и равномерность распределения наночастиц золота по поверхности носителя, сила взаимодействия активный компонент – носитель и выбор носителя [1]. В данной работе были синтезированы катализаторы следующего состава: Au/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Au/SnO<sub>2</sub> и Au/CuO/SnO<sub>2</sub>.

## Метод получения катализаторов

SnO<sub>2</sub> был синтезирован из раствора SnCl<sub>2</sub> в водно-этанольной среде. Нанесение меди проводили методом пропитки по влагоемкости. Прокаленный носитель пропитывали водным раствором Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·3H<sub>2</sub>O в течение 1 часа. Для синтеза образца Au/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> использовался коммерческий Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (марки ос.ч., ООО «Кристалл-Центр»). Нанесение золота проводили из водного раствора H[AuCl<sub>4</sub>] методом DP. Процесс проводили в среде NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> при T=75 °C в течение 1 ч.

## Методы исследования образцов

Изучение дисперсности и структурных особенностей синтезированных катализаторов проводили с помощью просвечивающего электронного микроскопа марки LEO912 AB OMEGA. Процентное содержание нанесенного золота получали методом масс-спектропии с индуктивно-связанной плазмой

(ICP-MS). Фазовый состав образцов исследовался методом рентгенофазового анализа на дифрактометре Bruker D2 PHASER. С помощью газоанализатора Quantachrome NOVA 1200e были получены изотермы низкотемпературной адсорбции N<sub>2</sub> и рассчитаны величины удельной поверхности и общего объема пор образцов. Каталитическую активность синтезированных образцов исследовали проточным методом с помощью газового хроматографа Chrom-5. Состав исходной газовой смеси (об. %): CO – 1,5; O<sub>2</sub> –

10,0; N<sub>2</sub> – остаток, скорость газа (w)=1 мл/с.

## Результаты и обсуждение

При проведении рентгенофазового анализа были получены рентгенограммы, на которых наблюдаются рефлексы, характерные для SnO<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Рефлексов, характерных для металлического золота, не обнаружено в связи с малым процентным содержанием золота на поверхности носителя.

Процентное содержание золота, нанесенного на оксидный носитель, составляет ~1 масс. %, что было подтверждено методом ICP-MS и соответствует расчетному значению.

Результаты адсорбционного исследования приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Текстульные характеристики синтезированных образцов

Наименование образца	S <sub>уд</sub> , м <sup>2</sup> /г	Общий объем V <sub>с</sub> , см <sup>3</sup> /г
1. Au/SnO <sub>2</sub>	15	0,087
3. Au/CuO/SnO <sub>2</sub>	12	0,084
5. Au/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	275	0,452

Наибольшей удельной поверхностью обладает катализатор Au/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, наименьшей – медьсодержащий образец.

Каталитическую активность образцов анализировали с помощью построения графических зависимостей конверсии CO (в %) от температуры. Результаты исследования приведены в таблице 2.

**Таблица 2.** Зависимость конверсии CO (в %) от температуры

Наименование образца	T 50 %-ной конверсии CO, °C	T 100 %-ной конверсии CO, °C
1. Au/SnO <sub>2</sub>	76	97
3. Au/CuO/SnO <sub>2</sub>	124	152
5. Au/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4	38

Наибольшей каталитической активностью обладает образец  $\text{Au}/\text{Al}_2\text{O}_3$ . Высокая каталитическая активность образца связана с развитой пористой структурой оксида алюминия, высо-

кой величиной удельной поверхности и способностью  $\text{Al}_2\text{O}_3$  стабилизировать наночастицы золота, что подавляет их агрегацию.

### Список литературы

1. Одинцов А.А., Сергеев М.О., Ревина А.А., Боева О.А. Размерный эффект в каталитических свойствах наночастиц золота // РХТУ

им. Д.И. Менделеева. Успехи в химической технологии, 2014.– Т.28.– №6.– С.118.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФЛОТАЦИИ УГЛЕРОДНОГО СЫРЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

М.Н. Салимжанова, И.О. Усольцева, Ю.В. Передерин  
Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю.В. Передерин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, [mahkara@bk.ru](mailto:mahkara@bk.ru)

Флотация представляет собой технологический процесс обогащения полезных ископаемых.

Флотация угля основана на различной смачиваемости частиц. Для осуществления процесса в смесь угля с водой добавляют реагенты-собиратель и вспениватель, что улучшает смачиваемость частиц и прилипание к поверхности раздела фаз. Благодаря действию реагентов одни из частиц смачиваются водой, поверхность других частиц не смачивается. Под действием реагентов-собирателей частицы, поверхность которых гидрофобная, прилипают к пузырьку воздуха и всплывают на поверхность [1].

В процессе флотации участвуют три фазы, которые составляют вода, воздух и частица, на границе раздела которых и происходят поверхностные явления.

Флотация основана на различных свойствах разделяемых минералов.

Собиратели – это реагенты, которые делают поверхность минерала несмачиваемой, образуя гидрофобную пленку. Таким образом, они увеличивают скорость прилипания частиц к пузырьку, т. е. повышают их флотируемость. К собирателям можно отнести такие органические соединения, как жиры, которые содержат олеиновые кислоты и другие.

Вспениватели – это гетерополярные органические соединения, которые адсорбируясь на границе раздела жидкость–газ и тело–жидкость, тем самым сохраняют поверхность раздела газ–жидкость, препятствуя коалесценции пузырьков,

и повышают прочность пены.

Вспениватели добавляют для образования пузырьков воздуха. К вспенивателям относятся фенолы, спирты, крезол и другие [2].

Ведение флотации осуществлялось на флотационной лабораторной машине объемом камеры 3 литра. При проведении испытания содержание твердого 200 г/л.

Перед осуществлением процесса флотации камера флотационной машины была промыта водой. Для лучшего контакта частиц с реагентами смесь из воды и угля перемешивается около пяти минут в отдельной таре. В камеру флотационной машины переносится пульпа и затем включается импеллер.

Далее в пульпу вводился собиратель, перемешивание происходило в течение 1 минуты, а затем вспениватель, перемешивание длилось 30 секунд, затем включался пеногон. Сбор пены при помощи пеногона длился около 10 минут.

Отходы и концентрат были отфильтрованы, высушены сначала на воздухе, а затем в печи при 90 °С в течение 2 часов.

### Обработка результатов

Крупность угля, использованная для флотации, составила 0,25–0,5 мм, объем воды – 2,5 л, скорость вращения импеллера 1600–1800 об/мин.

Все величины, которые были получены в ходе исследования, рассчитаны на сухое состояние.